

International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology
Vol-10, Issue-1; Jan-Feb, 2025
Peer-Reviewed International Journal
Journal Home Page Available: https://ijeab.com/
Journal DOI: 10.22161/ijeab



Spatio-temporal dynamics of fodder availability in Mali: Case of the Sikasso Region

Dynamique spatio-temporelle de la disponibilité fourragère au Mali : Cas de la Région de Sikasso

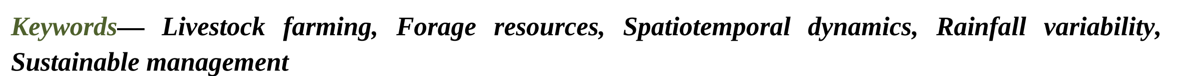
Djénéba Dembele

Soil-Water-Plant Laboratory, Regional Agricultural Research Center of Sotuba, Institute of Rural Economy of Mali

Received: 05 Sep 2024; Received in revised form: 26 Jan 2025; Accepted: 02 Feb 2025; Available online: 08 Feb 2025



Abstract— *Livestock farming contributes to more than 10% of the Gross Domestic Product (GDP) (DNPIA, 2013). However, the aerial vegetation cover that supports this livestock is subjected to severe challenges due to recurring droughts, floods, and human activities. Today in Mali, it is imperative to develop a strategy to optimize the sustainable use of pastoral resources. This necessarily involves access to information on the spatiotemporal dynamics of forage resources, a challenge faced by technicians and policymakers responsible for livestock management in Mali. The present study, initiated to characterize the spatiotemporal dynamics of forage resources in the Sikasso region, could provide stakeholders with essential information for developing an effective and sustainable management strategy. The analysis of collected data highlighted the significant variability in rainfall data from 1980 to the present and particularly from 1999 to 2012. It also provided insights into forage availability, which was largely higher than the region's needs. The surplus was estimated at 6,950,099 tons in 2020, indicating that the region could accommodate additional livestock. The spatiotemporal mapping of the Dry Matter Production (DMP) showed that the critical periods of the year are February, March, and April. This period may extend into May if rainfall is insufficient. Forecasts also indicate that forage availability will continue to decline until 2050 if no action is taken. The rate of decline is expected to be steep in July from 2025 to 2050. In conclusion, the objective of this study has been achieved, as the results presented can assist in making appropriate decisions.*



Keywords— ***Livestock farming, Forage resources, Spatiotemporal dynamics, Rainfall variability, Sustainable management***

Résumé— *L'élevage contribue à plus de 10% du Produit Intérieur Brut (PIB), (DNPIA, 2013). Cependant, le couvert végétal aérien qui soutient cet élevage est soumis à de rudes épreuves liées aux sècheresses et inondations répétitives et aux activités anthropiques. Aujourd'hui au Mali, il s'avère impératif de développer une stratégie afin d'optimiser l'utilisation durable des ressources pastorales. Cela passe nécessairement par l'accès à l'information sur la dynamique spatio-temporelle des ressources fourragères, obstacle auquel les techniciens et décideurs en charges de l'élevage au Mali sont confrontés. La présente étude, initiée pour caractériser la dynamique spatio-temporelle des ressources fourragères en région de Sikasso, pourrait mettre à la disposition des acteurs des informations nécessaires au développement d'une stratégie de gestion efficace et durable. Le traitement des données collectée a permis de mettre en évidence la grande variabilité des données pluviométriques de 1980 à nos jours et la période 1999 à 2012. Il a aussi enseigné sur la disponible fourragère qui était largement supérieur au besoin de la région. L'excédent a été estimé de 6 950 099 tonnes en 2020, ce qui signifie que la région peut recevoir du bétail supplémentaire. La*

cartographie spatio-temporelle du DMP à montré que les périodes problématiques de l'année sont Févier, Mars, Avril. Il peut s'étendre à Mai si la pluviométrie est déficitaire. Les prévisions montrent aussi que les tendances de la disponibilité fourragère seront en baisse jusqu'en 2050 si rien ne s'est fait. La pente de la baisse sera forte en Juillet de 2025 à 2050. En conclusion l'objectif recherché par ce travail a été atteint car résultats représentés peuvent aider à des prises de décision idoine.

***Mots clés* — Élevage, Ressources fourragères, Dynamique spatio-temporelle, Variabilité pluviométrique, Gestion durable**

I. INTRODUCTION

L'économie malienne est principalement basée sur l'agriculture, l'élevage et la pêche (MEADD, 2015). L'élevage contribue à plus de 10% du Produit Intérieur Brut (PIB) (DNPIA 2013). Il joue un rôle considérable dans la sécurité alimentaire en supportant la production de denrées alimentaires telles que le lait, la viande et en créant des revenus et des emplois (Makadji, 2014). II constitut aussi une source d'énergie (traction animale, biogaz), d'engrais et d'amendement de sols. Il permet d'utiliser les résidus de cultures et les plantes adventices. L'intégration de l'agriculture et l'élevage est considérée comme un important facteur de développement agricole durable. Cependant, le couvert végétal aérien qui soutient largement cet élevage est soumis à de rudes épreuves. Aujourd'hui au Mali, l'insuffisance de fourrage surtout pendant la période de soudure constitue une des principales contraintes de l'élevage (Coulibaly, 2007). La disponibilité du fourrage est fortement dépendante de la pluviométrie. La grande variabilité pluviométrique, les sècheresses et inondations répétitives (A. ICKOWICZ, V. MATHIEU, 2015, p.1) attribués aux changements climatiques et l'agrandissement continu des superficies cultivées ont eu comme conséquence la dégradation des écosystèmes pastoraux et la réduction des espaces réservés au pâturage. Inversement, le cheptel enregistre les taux de croissance les plus élevés (taux de croissance annuelle de 3% pour les bovins, et de 5% pour les ovins et caprins en 1991/92) (Cook, 1998). Et, avec l'insécurité grandissante dans le Nord et le centre du Mali (zone initialement réservée au pâturage), les éleveurs se sont trouvés dans la nécessité et/ou l'obligation de chercher un environnement propice à leur activité. Ce qui explique le déplacement d'un nombre important de bétails du Nord vers le Sud, zone la plus végétative et la plus stable du pays. Aujourd'hui il s'avère important de développer une stratégie pour optimiser l'utilisation et la gestion durable des ressources pastorales surtout fourragères dans cette zone pour la durabilité du secteur. Cependant, le principal obstacle auquel des techniciens en charge de l'élevage et décideurs sont confrontés réside dans l'absence d'information adéquate pour cerner la dynamique des ressources pastorales qui s'étendent sur de larges étendues. L'accès à l'information sur l'évolution du fourrage dans l'espace et dans le temps est primordial pour le développement d'une stratégie de gestion durable et approprié des ressources pastorales au Mali. Les images satellites et le Système d'Information Géographique, outil de traitement et d'exploitation des données multidisciplinaires offrent aux spécialistes et aux décideurs les moyens de prospection, d'étude et d'aide à la décision. L'objectif de cette étude était de contribuer à la gestion durable de l'élevage au Mali. Précisément, de caractériser la dynamique spatio-temporelle des ressources fourragères en lien avec les données pluviométriques.

II. MATERIELS ET METHODES

Site d'étude :

La figure 1 montre la localisation géographique de la région de Sikasso au Mali dans la carte des zones climatiques du Mali.

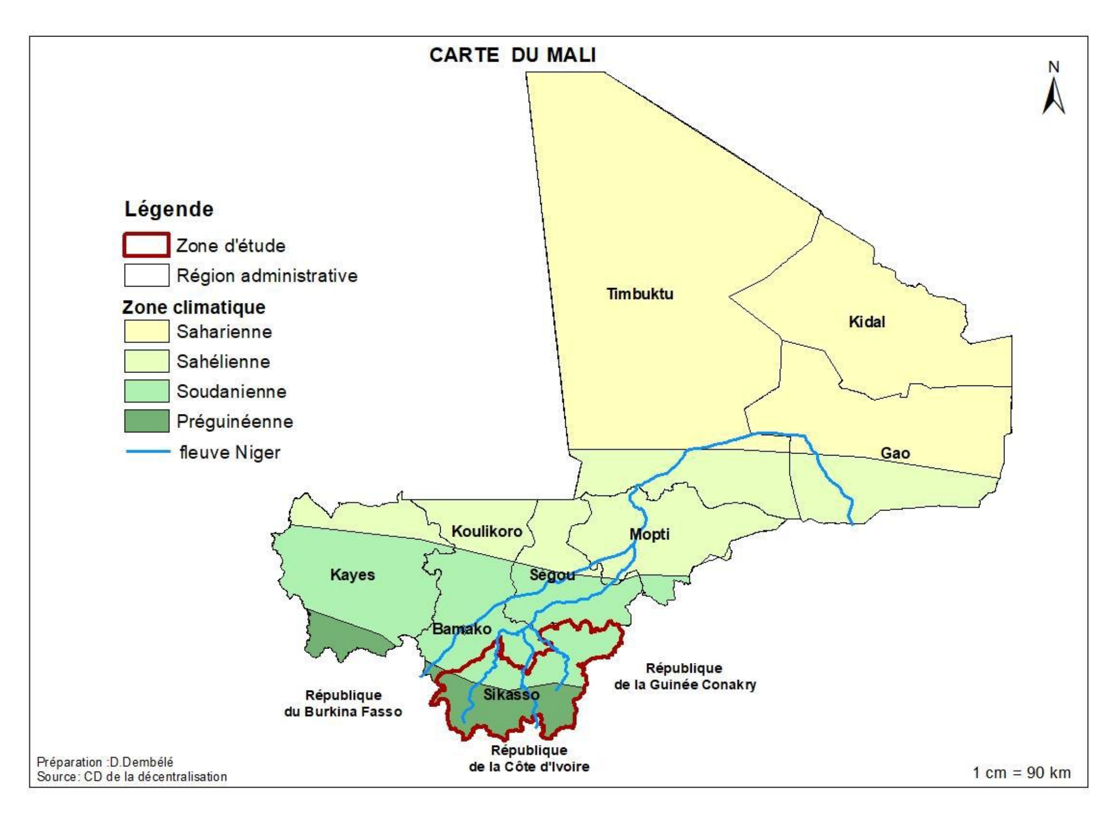


Fig.1 : carte de la situation géographique de la région de Sikasso

Les données :

Les données utilisées sont : les images satellites, les fichiers vecteurs de la zone d'étude les données pluviométriques et les données collectées à partir des enquêtes de terrain.

Images : les images utilisées sont le DMP (Dry Mater Productivity ou productivité de la matière sèche). Le DMP est un indicateur de la biomasse sèche. Il est directement lié à la NPP (Productivité Primaire Nette de Phyto-masse aérienne). Ces images ont été enregistrées par le capteur Spot végétation et archivées par le projet de surveillance environnementale pour le développement durable en Afrique (AMESD). Le DMP est exprimé en Kg/matière sèche/ha/jour. Il offre la possibilité d'estimer la production de la phyto-masse aérienne (Swinnen, 2015). Les images ont été soumises à des corrections géométriques et radiométriques dans le cadre du projet AMESD (African Monitoring of the Environment for Sustainable Development). Faute de disponibilité de données DMP pour les autres années, la période 1999 -2012 a été choisie pour analyse des données.

Données numériques : les fichiers vectoriels produits à partir de CD de décentralisation ont été utilisés pour délimiter et extraire les zones d'intérêt.

Données pluviométriques : elles ont été collectées auprès du service national de la météorologie du Mali.

Données de terrain : des échantillons de biomasse ont été prélevé dans quatre cercles représentatifs de la région de Sikasso notamment, Kolondiéba, Sikasso, Bougouni et Yanfolila. La méthode de la branchette a été utilisée pour estimer la biomasse ligneuse et celle du « point quadra » comme d'écrite par « Daget et Poissonnet » a été utilisée pour déterminer la biodiversité herbacée.

Données de résidus de récolte : elles ont été collectées auprès de la Direction Nationale de la Production Industrielle et Animale (DNPIA).

Le nombre d'UBT en 2020 a été calculé en utilisant le nombre de bétail recensé en 2019 multiplié par le taux de croissance annuel.

Traitement des données : les fichiers vecteurs de la région de Sikasso et images satellites couvrant la zone CEDEAO ont été utilisés sur Arc-GIS pour générer des images dérivées couvrant la région de Sikasso. Les données ont ensuite été classifiées. Un intervalle de 1000 kg/ha a été choisi entre les classes afin d'harmoniser et de faciliter les comparaisons. Les données pluviométriques des 30 et 14 dernières années ont été graphiquement représentées sur Excel afin de cerner la variabilité des précipitations et de faciliter le choix des périodes à étudier. La production de biomasse reçue des sites de prélèvement a été évaluée et extrapolée à l'hectare. Les relations entre la disponibilité fourragère et la pluviométrie ont été aussi analysées.

Prévision de la disponibilité en 2025 et 2050 : la différence de matière sèche entre 2002 et 2010 a été utilisée pour calculer le taux de croissance annuel. Et, ce taux de croissance à son tour été utilisé pour calculer les prévisions pour 2025 et 2050

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Pluviométrie

Les figures 2 et 3 présentent l'évolution interannuelle de la pluviométrie totale annuelle de 1980 à 2012 et 1999 à 2012 respectivement. Les données annuelles oscillent en dents de scie indiquant la grande variabilité de la pluviométrie déjà soulignée par Mahé (1995). Les graphiques élucident les années les plus humides (1994 et 2010) et les plus sèches (1984 et 2002). Les cumules annuels pluviométrique les plus élevés étaient 1325.27mm et 1298.70 mm enregistrés en 1994 et 2010 durant les périodes 1980-2012 et 1999-2012 respectivement. Et, le cumule annuel le moins élevé était 707.86 mm mesuré en 2002 pour les deux périodes. La moyenne pluviométrique pour la période 1999-2012 (la période étudie) était 1019.256mm. La donnée pluviométrique annuelle la plus proche de cette moyenne est 1012.80mm enregistrée en 2008. Cette année 2008 a été donc choisie comme année moyenne. Ces 3 dates 2002, 2008 et 2010 ont été choisie pour l'analyse des données. Ainsi toute tendance future semblable à ces 3 dates pourra aider à une prise de décision idoine.

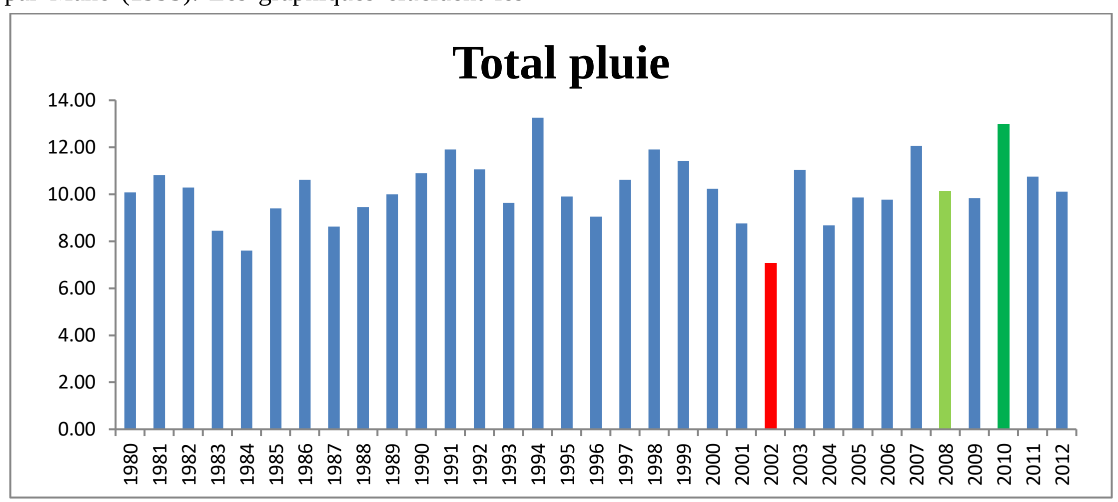


Fig.2: Evolution de la pluie totale annuel de 1980 à 2012 dans la région de Sikasso

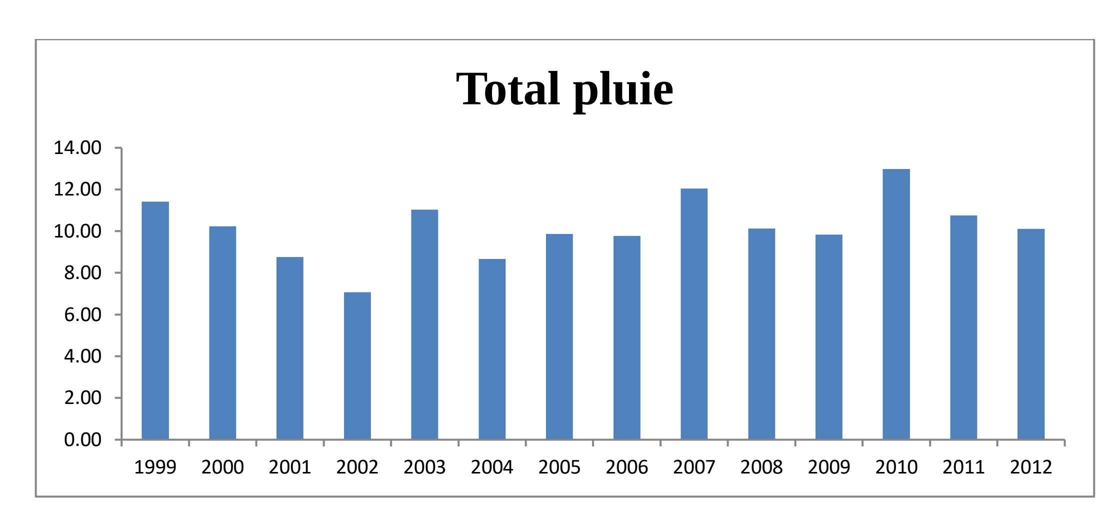


Fig.3 : Evolution de la pluie totale annuel de 1999 à 2012 dans la région de Sikasso

La figure 4 montre l'évolution inter mensuelle des pluviométries en 2002, 2008 et 2010. Le cumule le plus élevé a été enregistré en Aout en 2008 (année moyenne) et le cumule le moins élevé en juillet en 2002 (année déficitaire). L'allure de ce graphique montre encore la grande variabilité pluviométrique.

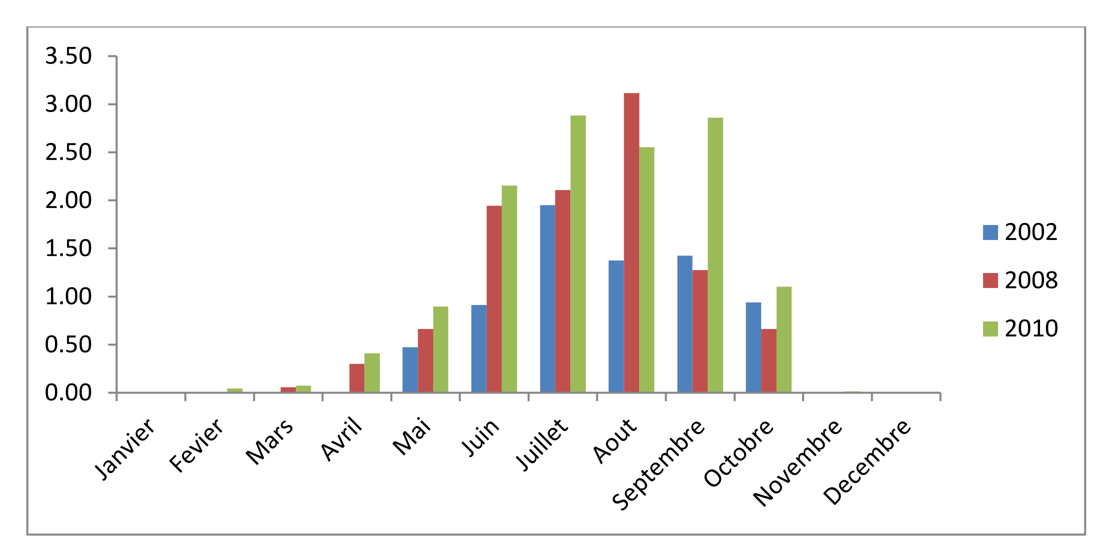


Fig.4 : Evolution des pluies totales mensuelles en 2002, 2008 et 2010 dans la région de Sikasso

3.2. Les Ressources fourragères

Le fourrage est toute substance d'origine végétale à l'exception des grains servant à la nourriture et à l'entretien du bétail en particulier plantes, tiges, feuilles et racines fraîches ou séchées de prairies naturelles ou artificielles (COLETTE Cl., 1922, p. 19).

Les sources de fourrage dont il est question dans cette étude sont constituées essentiellement des produits de pâturages naturels et des résidus de récolte.

Le pâturage naturel dans la région de Sikasso est principalement composé de la végétation de savanes claires et arbustives à herbacées annuelles et pérennes en zone soudanienne et de savanes boisées et forêts claires à herbacées pérennes en zone Nord-Guinéenne (sud de la région). Les espèces ligneuses jouent un rôle important pour combler le déficit en protéine en saison sèche.

Après les récoltes, les zones de culture libèrent chaque année d'importantes quantités de résidus consommés par le bétail (Blanchard, 2010, Kanté, 2001). Le potentiel de résidus consommable était évalué pendant la campagne 1997/1998 à 4.300.000 tonnes de matières sèches (PNDEM, 2003). Une partie est consommée au champ et l'autre est ramassée et stockée (Blanchard, 2010). Le tableau1 ci-dessous produit sous la direction de l'Institut d'Economie Rurale (IER) et de l'économie de filière ECOFIL en 1998 donne une idée sur la production de résidus de culture dans la région de Sikasso.

Tableau1: Quantité de sous-produits agricoles disponibles au cours de la campagne 1997/1998 (Unité en tonne) en région de Sikasso.

Mil	**Sorgho**	**Riz**	**Maïs**	**Arachide**	**Niébé**	**Coton**	**Son céréales**	**Son riz**	**Fonio**	**Total**
59571	176247	273223	150065	14253	4929	44341	234199	3942	5376	**966146**

Source *: IER / ECOFIL, 1998*

Le tableau2 élucide la quantité de résidus de récolte produite en 2019 en région de Sikasso. Le cercle de Sikasso avait enregistré la plus grande production. Le tableau3 montre la production de matière sèche à hectare en 2019. Le cercle de Bougouni avait produit la plus grande quantité de matière sèche.

Tableau 2 : Résidus de récolte disponible (tonne)

Cercle	Mil	Sorgho	Maïs	Fonio	Riz	Niébé	Arachide	Total
Sikasso	21 001	22 478	447 192	247	116 884	18 575	18 298	**644675**
Kolondiéba	1 662	3 026	34 860	2 347	26 902	784	7 726	77307
Bougouni	4 703	16 788	104 464	705	67 100	3 600	21 280	218640
Yanfolila	763	8 742	91 628	242	42 522	1 044	9 418	154360

Tableau 3 : Production de matière sèche en région de Sikasso (tonne/ha)

Cercle	Superficie pastorale (ha)	Production brute (TMS/ha)	Production disponible (TMS/ha)
Bougouni	2 728 090	17 096 940	**5 641 990**
Kolondieba	146 186	782 095	258 091
Sikasso	541 455	2 550 855	841 782
Yanfolila	354 440	1 837 063	606 231

TMS= Tonne de Matière Sèche

Le tableau 4 : présente le nombre d'Unité de Bétail Tropical (UBT) en 2020 dans la région de Sikasso. La disponibilité fourragère les besoins en fourrage et la différence entre le disponible et le besoin sont aussi présenté. L'analyse du tableau montre une balance excédentaire. Le fourrage disponible est largement supérieur aux besoins de la région. La zone est donc en capacité de recevoir un nombre important de bétail transhumant.

Tableau 4 : Disponibilité fourragère pour 2020

Cercles	UBT total en 2020	Fourrage disponible (TMS)	Besoin en fourrage (TMS)	Ecart (TMS)
Bougouni	481 029	5 913 294	721 543	5 191 751
Kolondiéba	167 069	338 931	250 604	88 327
Sikasso	457 007	1 741 361	685 511	1 055 850
Yanfolila	119 491	793 407	179 236	614 171
Total	**1 224 596**	**8 786 993**	**1 836 894**	**6 950 099**

TMS= Tonne de Matière Sèche ; UBT= Unité de bétail Tropical

3.3. La Disponibilité fourragère basée sur le Dry Matter Productivity (DMP)

L'information sur la disponibilité fourragère dans l'espace et dans le temps est très importante pour planifier la gestion durable des ressources pastorales. Les ressources végétales qui soutiennent principalement cette disponibilité sont essentiellement dépendantes des pluies. La quantité et la bonne répartition spatio-temporelle des pluies sont déterminent pour la croissance de la végétation et le stock de fourrage pour le reste de l'année (Garba, 2017). L'information spatio-temporelle sur le stock fourrager peut aider les éleveurs à optimiser les prises de décision pour anticiper ou retarder les mouvements de transhumance. Les zones d'accueil ont besoin aussi d'information pour faire face aux risques de surcharge et de conflits. Il est donc important de renforcer le dispositif d'évaluation de la production fourragère, d'informer et de situer les déficits fourragers dans les zones agro-pastorales.

Dans la région de Sikasso en 2002, la pluviométrie totale annuelle était de 707.87 mm et la production annuelle du fourrage a varié entre un minimum de 0 kg/ha en Mars et un maximum de 9887 kg/ha en Octobre. Cela signifie qu'en Mars 2002 le couvert végétal était totalement absent dans certaines localités de la région. En 2008, la pluviométrie totale annuelle était de 1012.80 mm et la production annuelle du fourrage a oscillé entre un minimum de 41 kg/ha mesuré en Févier et un maximum de 11725 kg/ha mesuré en Septembre. Et, en 2010, la pluviométrie totale annuelle était 1298.70 mm et la production annuelle du fourrage a balancé entre un minimum de 110 kg/ha mesuré en Févier et un maximum de 11340 kg/ha mesuré en Septembre.

Les tableaux 2, 3 et 4 ci-dessous montrent la variation mensuelle des données fourragères et pluviométriques en 2002, 2008 et 2010 respectivement. L'analyse de ces données montrent que la période déficitaire en région de Sikasso se situe entre Février et Avril. Une comparaison des 3 années montre que la pluviométrie et la disponibilité fourragère étaient plus déficitaires en 2002.

Tableau 5 : dynamique mensuelle de la disponibilité fourragère et la pluviométrie en 2002

Mois	Fourrage (kg/ha)	Pluie (mm)
Janvier	375 à 4847	0.00
Février	173 à 2858	0.00
Mars	0 à 2813	0.00
Avril	134 à 3197	0.00
Mai	123 à 5200	47.27
Juin	196 à 7498	91.13
Juillet	748 à 8549	195.20
Aout	764 à 9571	137.60
Septembre	1000 à 9491	142.60
Octobre	691 à 9887	94.07
Novembre	428 à 7038	0.00
Décembre	489 à 8141	0.00

Tableau 6 : dynamique mensuelle de la production fourragère et la pluviométrie 2008

Mois	**Fourrage** (kg/ha)	Pluie (mm)
Janvier	565 à 7531	0.00
Février	***41*** à 2128	0.00
Mars	155 à 3509	5.73
Avril	216 à 4174	29.90
Mai	274 à 7144	66.13
Juin	382 à 8726	194.57
Juillet	868 à 10953	210.80
Aout	365 à 11286	311.57
Septembre	2718 à ***11725***	157.67
Octobre	1370 à 9893	66.43
Novembre	817 à 7578	0.00
Décembre	594 à 5083	0.00

Tableau 7 : dynamique mensuelle de la production fourragère et la pluviométrie 2010

Mois	**Fourrage** (kg/ha)	Pluie (mm)
Janvier	389 à 6805	0.00
Février	166 à 4257	4.43
Mars	218 à 4152	7.33
Avril	***110*** à 5866	40.97
Mai	221 à 7475	89.53
Juin	800 à 9749	215.23
Juillet	583 à 11078	288.23
Aout	1666 à 10914	255.37
Septembre	1278 à ***11340***	285.87
Octobre	2329 à 10352	110.33
Novembre	858 à 6661	1.40
Décembre	733 à 5989	0.00

4.1. Dynamique spatiale du fourrage basé sur le Dry Matter Productivity (DMP)

Dans le but de comprendre la dynamique spatiotemporelle du fourrage en région de Sikasso, les figures numéro 5 à 17 ci-dessous ont été produites. Elles expliquent les changements au niveau du DMP dans l'espace et dans le temps sur les 3 années sélectionnées. L'analyse des figures montre que la production fourragère enregistrée était plus élevée en Septembre 2008 avec 11725 kg/ha et moins élevée en Mars 2002 avec 0 kg/ha. Elles clarifient aussi que la production fourragère augmente du Nord vers le Sud de la région en lien avec la pluviométrie qui augmente aussi dans le même sens.

Comparé aux deux autres années (2008 et 2010), 2002 a été l'année la plus déficitaire. Ce qui peut s'expliquer par le déficit pluviométrique enregistré la même année. Les graphiques en annexe montrent la distribution spatiale de la disponibilité en fourrage.

4.2. Prévision de la disponibilité du fourrage en 2025 et 2050

Le tableau 8 et la figure 5 ci-dessous montrent l'évolution des données fourragères de 2002 à 2010 et la prévision pour les années 2025 et 2050. Le constat est que le fourrage évolue de façon déficitaire notamment pendant les mois de Février, Avril et Juillet. Ce déficit est plus prononcé en juillet avec -40 kg/ha en 2050 si rien n'est fait. Ce résultat va en ligne droite avec le déficit des espaces pastorales, du couvert végétal et des productions végétales enregistrés pendant ces dernières années en générale au Mali.

Tableau 8 : Evolution prévisionnelle de la disponibilité fourragère

Mois	2002	2010	2025	2050
Janvier	375	389	403	442
Février	173	166	159	140
Mars	0	218	436	1042
Avril	134	110	86	19
Mai	123	221	319	591
Juin	196	800	1404	3082
Juillet	748	583	418	-40
Aout	764	1666	2568	5074

Septembre	1000	1278	1556	2328
Octobre	691	2329	3967	8517
Novembre	428	858	1288	2482
Décembre	489	733	977	1655

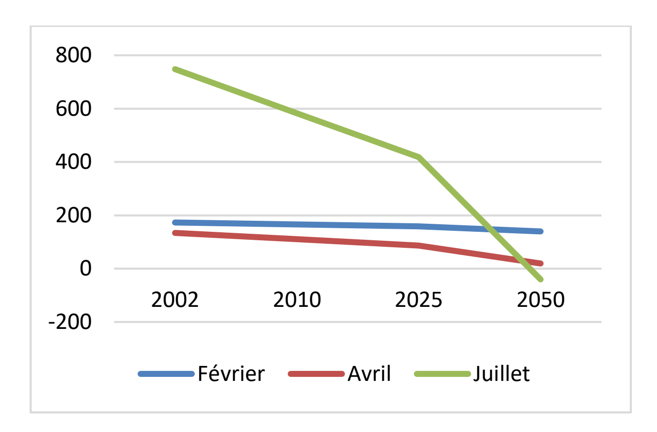


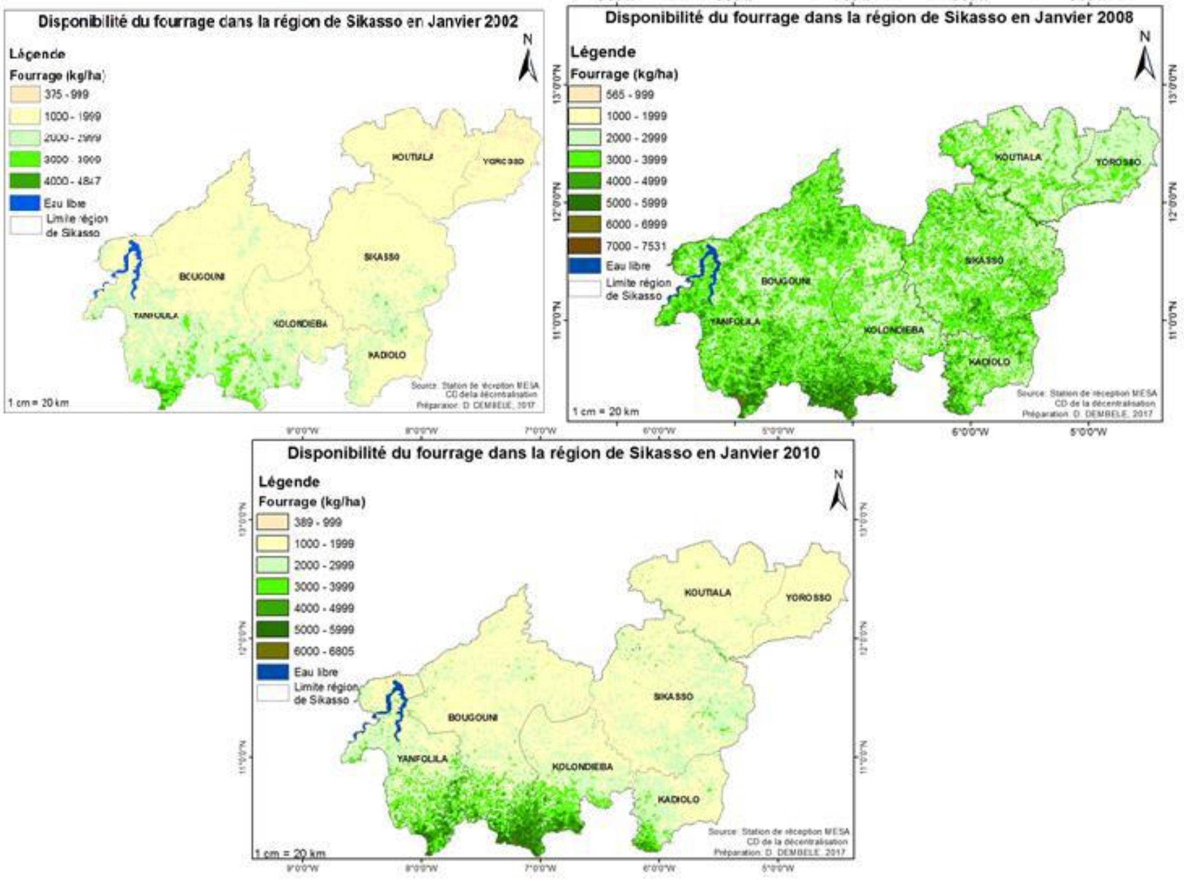
Fig.5 : Evolution de la disponibilité fourragère de 2002 à 2050

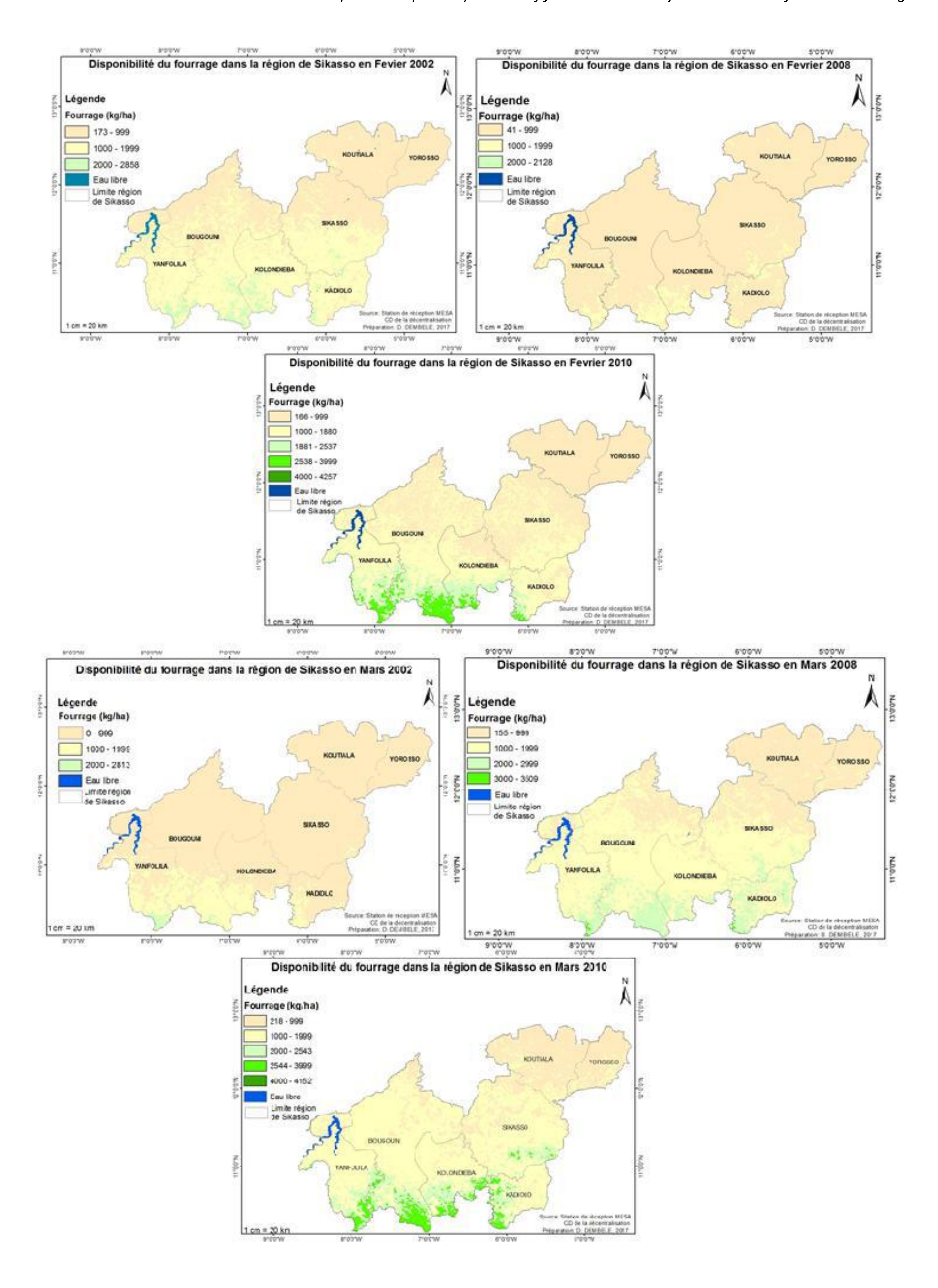
IV. CONCLUSION

Le but principal de cette étude était de mettre à la disposition des acteurs de l'élevage de l'information spatiotemporelle sur la disponibilité fourragère pour les aider dans la prise de décision pour le développement d'une stratégie appropriée de gestion durable des ressources fourragère dans la région de Sikasso. L'utilisation combinée des données satellitaires, le SIG et les enquêtes de terrain ont facilité l'estimation, la cartographie de la distribution spatiale et la dynamique mensuelle du fourrage durant les années 2002, 2008, 2010. Il a varié en 2002 (année déficitaire en pluie avec 707.87 mm) entre **0 kg/ha et 9887** kg/ha. En 2008 (année moyenne avec 1012.80 mm) le fourrage a varié entre 41 kg/ha et 11725 kg/ha. Et en 2010 (année la plus pluvieuse avec 1298.70 mm) il s'est rangé entre 110 kg/ha et 110 kg/ha. Les variabilités spatiales sont présentées par les figures en Annexe.

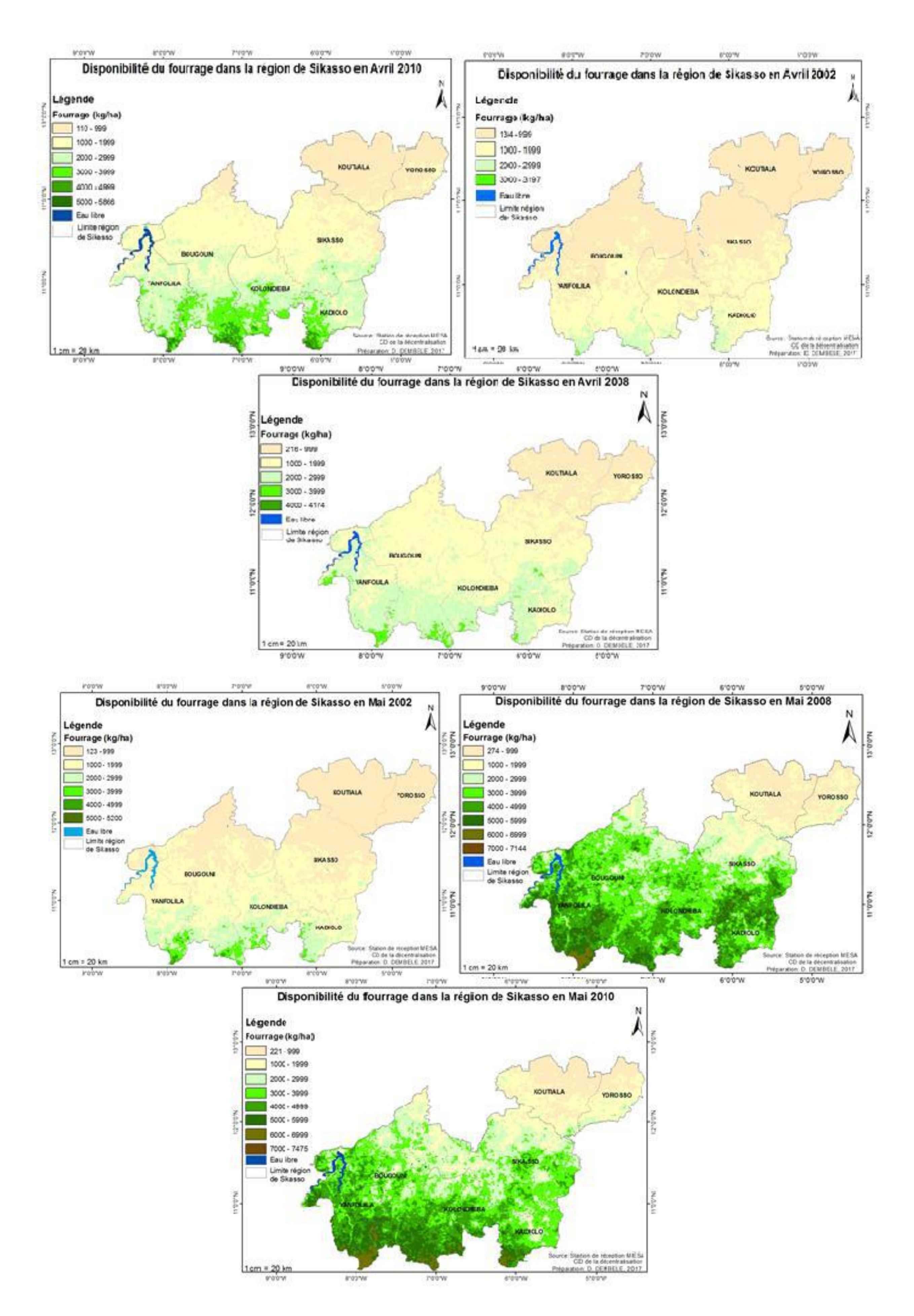


Annexe

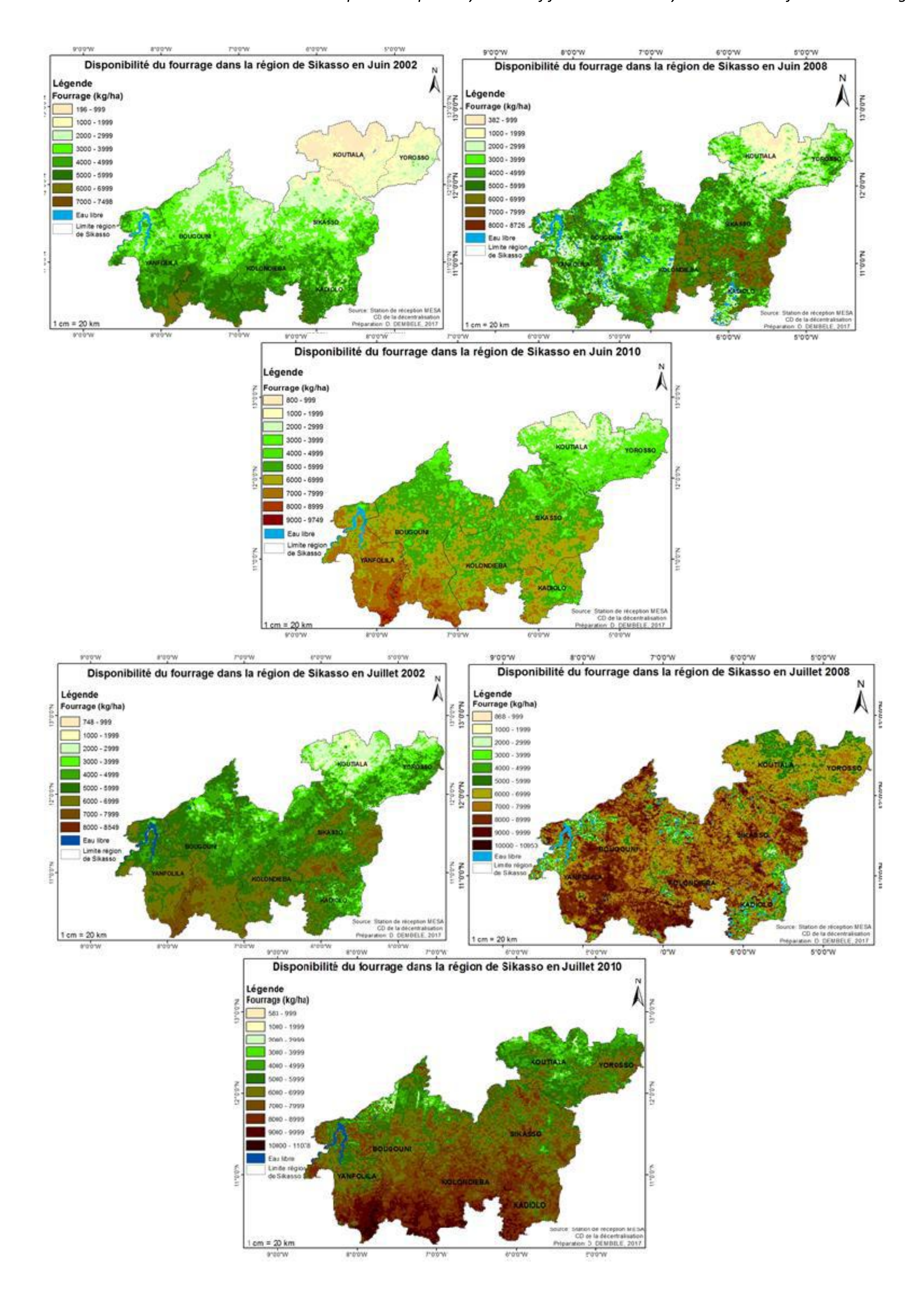


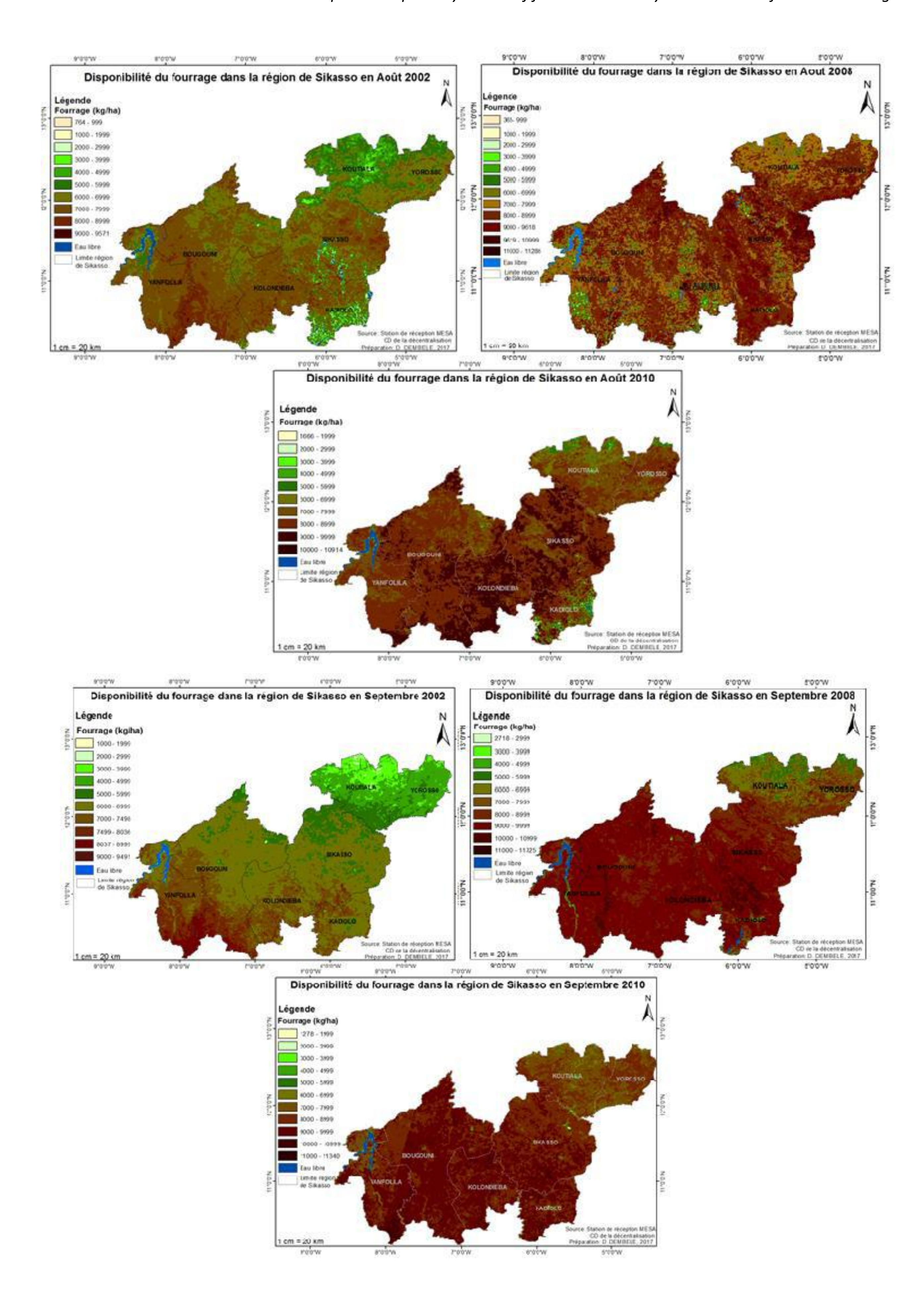


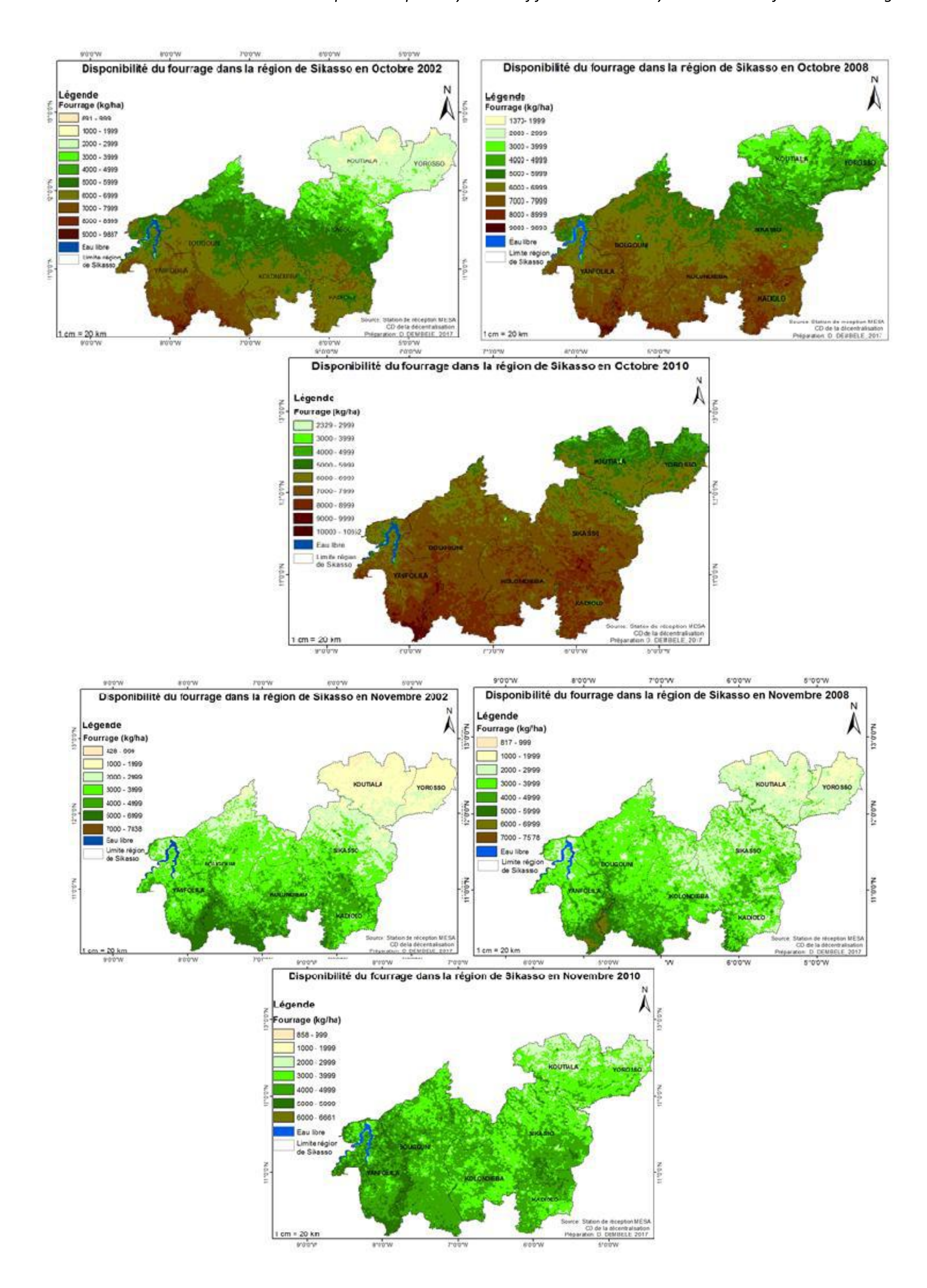
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Fevier 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
173 - 999
1000 - 1999
2000 - 2858
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Fevrier 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
41 - 999
1000 - 1999
2000 - 2128
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Fevrier 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
166 - 999
1000 - 1880
1881 - 2537
2538 - 3999
4000 - 4257
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Mars 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
1000 - 1999
Eau libre
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Mars 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
1000 - 1999
2000 - 2999
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Légende
Fourrage (kg/ha)
218 - 999
1000 - 1999
2000 - 2543
Eau libre
KOUTIALA
KOLONDIEBA
KADIOLO

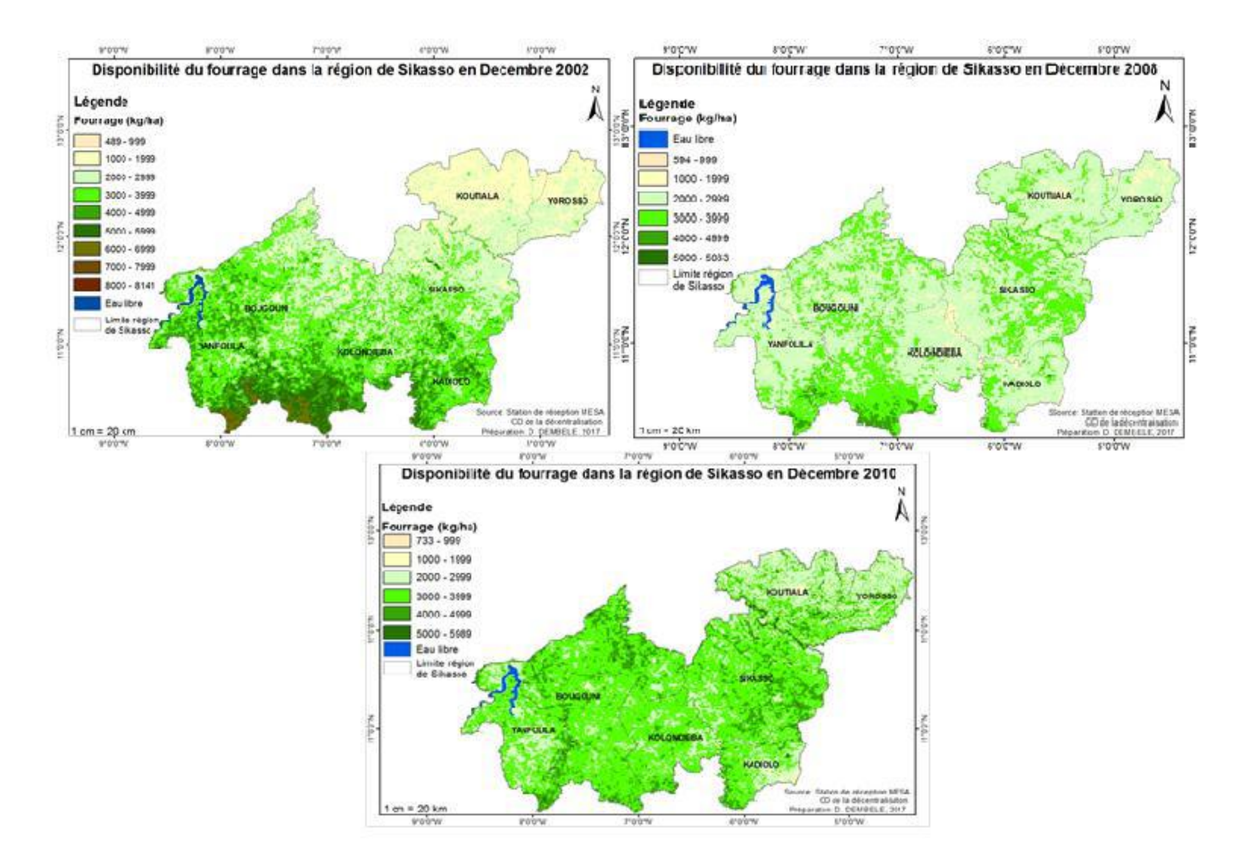


Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Avril 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
110 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5866
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Avril 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
134 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3197
Eau libre
Limite région de Sikasso
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Avril 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
216 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4174
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Mai 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
123 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5200
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Mai 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
274 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7144
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Mai 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
221 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7475
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km


Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Juin 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
196 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7498
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Juin 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
382 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7999
8000 - 8726
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Juin 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
800 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7999
8000 - 8999
9000 - 9749
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Juillet 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
748 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7999
8000 - 8549
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Juillet 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
868 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7999
8000 - 8999
9000 - 9999
10000 - 10853
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Juillet 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
1 cm = 20 km


Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Août 2002
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Août 2008
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Août 2010
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Septembre 2002
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Septembre 2008
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Septembre 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
Eau libre
Limite région de Sikasso
1 cm = 20 km
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO


Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Octobre 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7999
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Octobre 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
1373- 1999
3000 - 3999
4000 - 4999
7000 - 7999
8000 - 8999
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Octobre 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
2329 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
7000 - 7999
8000 - 8999
9000 - 9999
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
Source: Station de réception MESA
CD de la décentralisation
Préparation: D. DEMBELE 2017
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Novembre 2002
Légende
Fourrage (kg/ha)
1000 - 1999
3000 - 3999
4000 - 4999
7000 - 7838
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
YANFOLILA
KADIOLO
Source: Station de réception MESA
CD de la décentralisation
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Novembre 2008
Légende
Fourrage (kg/ha)
817 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
5000 - 5999
6000 - 6999
7000 - 7578
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
Source: Station de réception MESA
CD de la décentralisation
Préparation: D. DEMBELE 2017
1 cm = 20 km
Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso en Novembre 2010
Légende
Fourrage (kg/ha)
858 - 999
1000 - 1999
2000 - 2999
3000 - 3999
4000 - 4999
6000 - 6661
Eau libre
Limite région de Sikasso
KOUTIALA
YOROSSO
SIKASSO
BOUGOUNI
YANFOLILA
KOLONDIEBA
KADIOLO
Source: Station de réception MESA
CD de la décentralisation
Préparation: D. DEMBELE 2017
1 cm = 20 km



REFERENCES

[1] Seprianus Rian, Yongkang Xue, Glen M. MacDonald, Charles E. Taylor, Mahamoudou Touré, Yifan Yu, Fernando De Sales, Paul A Levine, Seydou Doumbia, Charles E. Taylor, 2009, Analysis of Climate and Vegetation Characteristics along the Savanna-Desert Ecotone in Mali Using MODIS Data, GIScience & Remote Sensing 46(4):424-450, DOI:

[2] Robert B. Zougmoré, Samuel T. Partey, Mathieu Ouédraogo, Emmanuel Torquebiau, and Bruce M. Campbell, 2018**,** Facing climate variability in sub-saharan Africa: analysis of climate-smart agriculture opportunities to manage climate-related risks, Cah. Agric. 2018, 27, 34001 © R.B. Zougmoré et al., Published by EDP Sciences 2018 https://doi.org/10.1051/cagri/2018019

[3] BREMAN H., RIDDER N., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliens. Paris, France, Karthala, 485 p.

[4] BREMAN H., TRAORE M., 1987. Analyse des conditions de l'élevage et propositions de politiques et de programmes. Wageningen,Netherlands, CABO, 234 p.

[5] Coulibaly, D. Moulin, C.H., Poccard-Chappuis, R., Morin, G., Sidibé, S.I., Corniaux, C., Evolution des stratégies d'alimentation des élevages bovins dans le bassin d'approvisionnement en lait de la ville de Sikasso au Mali, Revue Élev. Méd. vét. Pays trop. 2007, 60 (1-4): 103-111

[6] DEMBELE N'F., 1995. Etude économique de la disponibilité et de l'utilisation des suppléments dans l'alimentation des bovins au Mali : étude de cas des éleveurs du cercle de Koutiala. Thèse Doct. Agro-Economie, Isfra, Bamako, Mali, p. 151.

[7] DNPIA (Direction Nationale des Productions et Industries Animales). 2013. Rapport annuel 2012. Ministère de l'élevage et de la pêche du Mali. 30p.

[8] LELOUP S., TRAORE M., 1990. La situation fourragère dans le sudest du Mali. Régions Cmdt de Sikasso et de Koutiala, tome I. Amsterdam, Netherlands, KIT, 94 p.

[9] LELOUP S., TRAORE M., 1991. La situation fourragère dans le sud-est du Mali. Région Cmdt de San, tome II. Amsterdam, Netherlands, KIT, 71 p.

[10] LE MASSON A., 1996. Programme national de la production laitière au Mali. Les systèmes d'élevage à vocation laitière : contraintes, propositions. Montpellier, France, Cirad-emvt, 95 p. (Rapport n° 96 030)

[11] Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement, 1992. Schéma directeur du secteur développement rural : stratégies de développement, volume II. Bamako, Mali, Maee.

[12] MAKADJI, M., 2014, effet des recent choc sur l'evolution des exportations de betail au Mali : Synthese des etude nationales, RAPPORT FINAL

[13] Politique Nationale de Développement de l'Elevage au Mali, 2003, Diagnostic et Analyse de la situation actuelle du sous-secteur élevage au Mali, Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la pêche ;

[14] Rapport National sur le Développement Durable au Mali (RNDDM) dans la perspective de RIO+20, juin 2012 ;

[15] Issa GARBA, 2017, Modélisation spatiale de la production fourragère en zone pastorale nigérienne, thèse de Docteur en Sciences, Université de Liège, Faculté des Sciences Département des Sciences et Gestion de l'Environnement